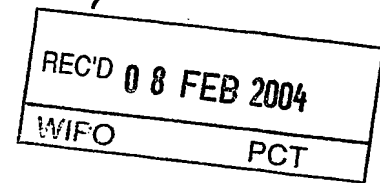


DE03/4011



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 537.6

Anmeldetag: 4. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Christian Maier GmbH & Co Maschinenfabrik,
Heidenheim/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Zuführen eines gasförmigen und/oder
flüssigen Mediums zu einem rotierenden Drucksystem

IPC: F 16 L 27/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Christian Maier GmbH & Co.
Maschinenfabrik
Würzburger Straße 67-69
89520 Heidenheim

89073 Ulm, 28.11.2002
Akte P/12066 d/dt

- 5 Vorrichtung zum Zuführen eines gasförmigen und/oder flüssigen Mediums zu einem rotierenden Drucksystem

- Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zuführen eines gasförmigen und/oder flüssigen Mediums zu einem
- 10 rotierenden Drucksystem, bestehend aus einem stillstehenden Dichtkopfgehäuse mit einer Anschlußöffnung für das Medium, an die eine im Innern des Dichtkopfgehäuses verlaufende Verbindungsleitung anschließt, sowie mit einem ebenfalls im Inneren des
- 15 Dichtkopfgehäuses angeordneten, mit dem Drucksystem in Verbindung stehenden rohrförmigen Rotor, ferner mit einer am Ende der Verbindungsleitung angeordneten Statordichtung und einer am Ende des Rotors angeordneten Rotordichtung, wobei die Statordichtung und die Rotordichtung coaxial zum
- 20 Rotor angeordnet sind und sich gegeneinander anliegen.

Vorrichtungen dieser Art dienen beispielsweise in Form von Dichtköpfen oder Drehdurchführungen der Fluidüberleitung von stehenden in rotierende Maschinenkomponenten und/oder umgekehrt. Durch die technische Weiterentwicklung steigen
5 die Anforderungen an Drehdurchführungen stetig. Insbesondere bei Werkzeugmaschinen haben sich die Spindeldrehzahlen binnen eines Jahrzehnts von üblicherweise 4.000 bis 6.000 U/min. auf 20.000 bis 50.000 U/min. erhöht. Hinzu kommt, daß die Drücke der Medien
10 ständig wachsen. Durch Minimalmengenschmierung und neue Einsatzgebiete, z. B. das Abblasen von Zerspanungsrückständen bei der Graphitzerspannung mittels Druckluft durch Zuführung des Mediums in das Werkzeug
15 werden extreme Anforderungen vor allem an die Dichtungen der Drehdurchführungen gestellt.

Als besonders kritisch für die zunehmenden Anforderungen an die Lebensdauer der Drehdurchführungen zeigen sich
20 Leckage-Ströme, die in die Lager oder in die Spindel gelangen können sowie die Überbelastung der Dichtung, z. B. durch eine irrtümliche Druckbeaufschlagung ohne Durchfluss des Mediums.

Hinzu kommt, dass es unzulässige, oft nicht mehr
25 nachvollziehbare Einsatzbedingungen gibt, die eine deutliche Verringerung der Lebensdauer bisheriger Dreheinführungen verursachen.

Eine genauere Betrachtung der Dichtungsbelastung zeigt,
30 dass im wesentlichen folgende Faktoren großen Einfluss haben:

- Der Druck des Mediums und damit der Druck auf die Dichtflächen

5 - Die Art des Mediums und dessen Schmierwirkung

- Die Drehzahl und der Durchmesser bzw. die Reibgeschwindigkeit

10 - Die Durchflussgeschwindigkeit und Art des Mediums und damit dessen Kühlwirkung

15 Alle diese Faktoren wirken sich unmittelbar auf die Temperaturentwicklung an der Dichtung aus. Geringe Temperatur bedeutet geringe Belastung, hohe Temperatur zeugt von großer Belastung der Dichtung. Als maßgeblich für die Regelung der Dichtungsbelastung wurde deswegen die Temperatur erkannt. In der Sprache der Regeltechnik heißt dies: Die Temperatur ist die Leitgröße.

20 Aus der DE 4 203 954 C1 ist bereits eine Drehdurchführung bekannt, bei welcher der Rotor gegenüber dem Stator manuell oder mittels eines thermisch wirksamen Bimetalls in Abhängigkeit von der Temperatur axial verstellt wird. Nachteil dieser Lösung ist die große Abhängigkeit der
25 Regelstrecke und des Regelverhaltens vom Druck bzw. von der Verstellkraft. Zudem werden alle Dichtungsverspannungen unabhängig von der jeweiligen Belastung gleichermaßen verändert.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art in Form einer Drehdurchführung zu schaffen, die eine hohe Lebensdauer bei unterschiedlichsten Einsatzfällen erreicht und dazu über

eine Eigensicherung verfügt, so daß unabhängig vom Betriebszustand, Medium und äußeren Bedingungen ein sicherer Betrieb und eine lange Lebensdauer gewährleistet sind. Entscheidend ist dafür eine Verminderung der Dichtungs- und Lagerbelastung bei einem zudem möglichst geringen Leakage-Strom.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß im Bereich der Stator- und Rotordichtung ein thermisch beeinflusstes Dehnelement angeordnet ist, das eine temperaturabhängige Verstellung der gegenseitigen Lage und/oder Belastung von Stator- und Rotordichtung vornimmt. Mit zunehmender Temperatur wird die gegenseitige Dichtungsbelastung reduziert.

Der durch die Erfindung erreichte Vorteil besteht im wesentlichen darin, daß sehr kurze Regelzeiten erreicht werden. Einerseits wird eine sehr feinfühligte Regelung über die Längenveränderung erreicht. Andererseits hat die aus der Längenänderung resultierende grosse Kraft überwiegenden Einfluß auf das Regelverhalten und zwar unabhängig vom Mediendruck. Vorteilhaft ist zudem die nahezu unbegrenzte und verschleißfreie Wiederholbarkeit des thermisch bedingten Längenänderungsvorgangs.

In bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist das Dehnelement zweckmäßigerweise von einem Hülseenteil gebildet, das an seinem dem Drucksystem zugewandten Ende gegenüber dem Dichtkopfgehäuse fixiert ist und das mit seinem der Statordichtung zugewandten Ende einem konzentrisch zur Statordichtung positionierten Kupplungsring anliegt. Da das Dehnelement somit den hinsichtlich eines Temperaturanstiegs kritischen Bereich

vollständig umschließt, erfolgt eine schnelle und quantitative Umsetzung eines Temperaturanstiegs in eine Stellgröße und damit eine Lastreduzierung der Dichtungen.

- 5 Um die Empfindlichkeit der Anordnung noch zu steigern, kann das Dehnelement zumindest an seiner Innenmantelfläche mit einer Wärmestrahlung absorbierenden Oberflächenbeschichtung versehen sein.

- 10 Zur Gewährleistung einer möglichst spielfreien Anordnung wird ferner vorgeschlagen, daß der Kupplungsring dem Dehnelement unter Federkraft anliegt.

- 15 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Kupplungsring einen die Statordichtung tragenden, axial verschiebbar gelagerten Dichtungsträger umschließt, der unter der Kraft einer Statorfeder die Statordichtung an die axial feststehende Rotordichtung andrückt. Dazu ist es zweckmäßig, daß der
20 Dichtungsträger einen radial zum Kupplungsring hin vorstehenden Ringbund aufweist.

- Als wesentliche und damit vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung hat sich eine Ausführungsform erwiesen, bei der
25 Kupplungsring aus einem Material von geringem Wärmeausdehnungskoeffizienten und der Dichtungsträger aus einem Material von demgegenüber großem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht, wobei bei regulärer Betriebstemperatur zwischen dem Kupplungsring und dem
30 Dichtungsträger ein enger Ringspalt vorhanden ist. Dadurch wird erreicht, daß die Statordichtung bei regulärem Betrieb unter dem Druck der Statorfeder der Rotordichtung anliegt. Erst bei einem Eingreifen der Regelung

erforderlich machenden Temperaturanstieg entsteht zwischen dem Kupplungsring und dem Dichtungsträger ein Reibschluß, wodurch dann das Dehnelement über den Kupplungsring und den Dichtungsträger auf die Statordichtung in dem Sinne
5 einwirken kann, daß eine Entlastung der Dichtfläche auftritt, ohne daß jedoch ein Spalt entsteht, der wegen des Eindringens von Partikeln und dem daraus resultierenden Verschleiß unerwünscht ist.

10 Weiter kann es aus Gründen der Wärmeübertragung zweckmäßig sein, wenn der Ringbund des Dichtungsträgers sich zu seinem der Statordichtung zugewandten Ende hin konisch verjüngt.

15 Um ein unerwünschtes Eingreifen in den Regelmechanismus, also axial auf die Rotor- und Statordichtung einwirkende, durch den Druck des Mediums hervorgerufene und von diesem abhängige Kräfte zu vermeiden, ist es von Vorteil, wenn
20 der äußere Durchmesser des im Dichtkopfgehäuse gelagerten Teils des Dichtungsträgers dem Durchmesser der den Rotor aufnehmenden Rotorbohrung entspricht und die Bohrungsdurchmesser der Rotordichtung und der Statordichtung gleich groß sind. Dadurch heben sich diese axial angreifenden Kräfte gegenseitig auf.

25 Damit die Rotordichtung beim regelungsbedingten Zurückziehen der Statordichtung dieser nicht nachläuft, ist die Rotordichtung mittels Bund axial gesichert und mittels Federelement gegen diese Sicherung positioniert.
30

Schließlich hat es sich in diesem Zusammenhang noch als günstig erwiesen, wenn vor dem ersten und nach dem letzten der Lager ein Dichtspalt mit einem Ringkanal angeordnet

ist, in den ein Sperrmedium mit Überdruck, z.B. Druckluft eingeleitet wird und der zumindest teilweise Verbindung zum Leckageanschluß hat.

- 5 Im folgenden wird die Erfindung an einem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert; es zeigen:

10 Fig. 1 einen Querschnitt durch die Vorrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 den Gegenstand nach Figur 1, eingebaut in den Stator einer Maschinenspindel.

- 15 Die in der Zeichnung dargestellte Vorrichtung dient zum Zuführen eines gasförmigen und/oder flüssigen Mediums zu einem rotierenden Drucksystem. Sie besteht im wesentlichen aus einem stillstehenden Dichtkopfgehäuse 1 mit einer Anschlußöffnung 2 für das Medium, an die eine im Inneren
20 des Dichtkopfgehäuses 1 verlaufende Verbindungsleitung 2.1 anschließt. Ferner weist sie einen ebenfalls im Inneren des Dichtkopfgehäuses 1 angeordneten und mit dem Drucksystem in Verbindung stehenden rohrförmigen Rotor 3 auf, der durch zwei Wälzlager 4 am stillstehenden
25 Dichtkopfgehäuse 1 gelagert ist.

- Am Ende der Verbindungsleitung 2.1 ist eine Statordichtung 5 angeordnet, während am Ende des Rotors 3 eine Rotordichtung 6 vorgesehen ist, wobei die
30 Statordichtung 5 und die Rotordichtung 6 coaxial zum Rotor 3 angeordnet sind und sich mit ihren Stirnflächen einander anliegen. Die Stirnflächen können dabei - wie im Ausführungsbeispiel - plan ausgebildet sein oder auch eine

konische oder ähnlich geeignete Gestalt aufweisen.

Im Bereich der Stator- und Rotordichtung 5, 6 ist ein thermisch verstellbares Dehnelement 7 angeordnet, das unmittelbar eine temperaturabhängige Verstellung der axial gegenseitigen Lage von Stator- und Rotordichtung 5, 6 vornimmt. Diese Verstellung erfolgt in dem Sinne, daß bei einer Erhöhung der Temperatur im Bereich der Dichtungen 5, 6, wodurch diese einem erhöhten Verschleiß unterworfen werden, diese durch eine minimale Erhöhung ihres gegenseitigen Abstandes entlastet werden, ohne daß jedoch eine Trennung der beiden Dichtungen 5, 6 voneinander erfolgt. Diese Entlastung findet in der Praxis im Mikrometer-Bereich statt.

Das Dehnelement 7 ist dazu von einem Hülseenteil gebildet, das an seinem dem Drucksystem zugewandten Ende gegenüber dem Dichtkopfgehäuse 1 fixiert ist. Mit seinem der Statorichtung 5 zugewandten Ende liegt das Dehnelement 7 dagegen einem mit der Statorichtung 5 in Verbindung stehenden Kupplungsring 8 an. Durch diese Art des Anschlusses kann weitestgehend die gesamte Länge des Dehnelementes 7 für eine thermisch bedingte Längenänderung und damit eine Verstellung der Dichtungen 5, 6 herangezogen werden.

Das Dehnelement 7 kann zusätzlich zumindest an seiner Innenmantelfläche mit einer Oberflächenbeschichtung zur Absorption von Wärmestrahlung versehen sein, wodurch eine schnellere Wärmeaufnahme und damit ein schnellerer Regelmechanismus erreicht wird.

Der Kupplungsring 8 liegt dem Dehnelement 7 unter der Einwirkung von Federn 9 spielfrei an. Weiter umschließt der Kupplungsring 8 einen axialverschiebbar gelagerten Dichtungsträger 10, der stirnseitig die Statordichtung 5 in sich aufnimmt und der unter der Kraft einer Statorfeder 11 diese Statordichtung 5 an die axial feststehende Rotordichtung 6 andrückt.

Der Dichtungsträger 10 ist zusätzlich mit einem radial zum Kupplungsring 8 hin vorstehenden Ringbund 10.1 versehen, wobei der Kupplungsring 8 und der Dichtungsträger 10 im einzelnen so gestaltet sind, daß zwischen ihnen bei regulärer Betriebstemperatur ein enger Ringspalt vorhanden ist.

Der Kupplungsring 8 besteht aus einem Material von geringem Wärmeausdehnungskoeffizienten, während der Dichtungsträger 10 aus einem Material von dem gegenüber großem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht. Tritt daher eine Erwärmung auf, so dehnt sich vorzugsweise der Dichtungsträger 10 insbesondere auch radial aus, wodurch der Ringspalt verkleinert wird, bis zwischen dem Dichtungsträger 10 und dem Kupplungsring 8 ein Reibschluß besteht. Von diesem Zeitpunkt an wird der Dichtungsträger 10 über den Kupplungsring 8 von dem sich in seiner Länge vergrößernden Dehnelement 7 mitgenommen, so daß die Statordichtung 5 geringfügig von der Rotordichtung 6 abgehoben wird, wobei das System jedoch so abgestimmt ist, daß hierdurch zwischen den beiden Dichtungen 5, 6 kein Spalt entsteht. Dadurch ist sichergestellt, daß keine den Verschleiß zwischen den Dichtungen 5, 6 fördernde Partikel zwischen die Rotor- und die Statordichtung 5, 6 eindringen können.

In der Folge wird die Temperatur wieder absinken, so daß sowohl das Dehnelement 7 seine Länge verringert als auch der Reibschluß zwischen dem Dichtungsträger 10 und dem Kupplungsring 8 gelöst wird. Bei einem erneuten
5 Temperaturanstieg greift der Regelmechanismus dann in der schon beschriebenen Weise erneut ein.

Um im übrigen das Einwirken hydraulischer Kräfte, die von dem Medium ausgehen, auf die Dichtungen 5, 6
10 auszuschließen, entspricht der äußere Durchmesser des im Dichtkopfgehäuse 1 gelagerten Teils des Dichtungsträgers 10 dem Durchmesser der den Rotor 3 aufnehmenden Rotorbohrung. Ferner sind die Bohrungsdurchmesser der Rotordichtung 6 und der
15 Statordichtung 5 gleich groß. Dadurch wird ausgeschlossen, daß - beispielsweise bei Druckschwankungen - zusätzliche, den eigentlichen Regelmechanismus störende Kräfte auf die Dichtungen 5, 6 Einfluß haben können.

20 Schließlich ist vor dem ersten und nach dem letzten der beiden Lager 4 ein Dichtspalt 12 mit einem Ringkanal angeordnet, durch ein Sperrmedium wie z.B. Druckluft eingeleitet wird, und der zumindest teilweise Verbindung zum Leckageanschluß hat.

Patentansprüche:

- 5 1. Vorrichtung zum Zuführen eines gasförmigen und/oder
flüssigen Mediums zu einem rotierenden Drucksystem,
bestehend aus einem stillstehenden
Dichtkopfgehäuse (1) mit zumindest einer
Anschlußöffnung (2) für das Medium, an die eine im
10 Innern des Dichtkopfgehäuses (1) verlaufende
Verbindungsleitung (2.1) anschließt, sowie mit einem
ebenfalls im Inneren des Dichtkopfgehäuses (1)
angeordneten, mit dem Drucksystem in Verbindung
stehenden rohrförmigen Rotor (3), ferner mit einer am
Ende der Verbindungsleitung (2.1) angeordneten
15 Statordichtung (5) und einer am Ende des Rotors (3)
angeordneten Rotordichtung (6), wobei die
Statordichtung (5) und die Rotordichtung (6) coaxial
zum Rotor (3) angeordnet sind und gegeneinander
anliegen, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der
20 Stator- und Rotordichtung (5, 6) ein thermisch
beeinflusstes Dehnelement (7) angeordnet ist, das eine
temperaturabhängige Verstellung der gegenseitigen Lage
und/oder Belastung von Stator- und Rotordichtung (5,
6) vornimmt.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das Dehnelement (7) von einem Hülseenteil gebildet
ist, das an seinem dem Drucksystem zugewandten Ende
gegenüber dem Dichtkopfgehäuse (1) fixiert ist und das
30 mit seinem der Statordichtung (5) zugewandten Ende an
einem bei erhöhter Temperatur mit der
Statordichtung (5) in Verbindung stehenden
Kupplungsring (8) anliegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Dehnelement (7) zumindest an seiner Innenmantelfläche mit einer Wärmestrahlung absorbierenden Oberflächenbeschichtung und/oder oberflächenvergrößernden Struktur versehen ist.
- 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kupplungsring (8) an dem Dehnelement (7) unter Federkraft anliegt.
- 10
5. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kupplungsring (8) einen die Statordichtung (5) tragenden, axial verschiebbar gelagerten Dichtungsträger (10) umschließt, der unter der Kraft einer Statorfeder (11) die Statordichtung (5) an die axial feststehende Rotordichtung (6) andrückt.
- 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtungsträger (10) einen radial zum Kupplungsring (8) hin vorstehenden Ringbund (10.1) aufweist.
- 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kupplungsring (8) aus einem Material von geringem Wärmeausdehnungskoeffizienten und der Dichtungsträger (10) aus einem Material von demgegenüber großem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht, und daß bei regulärer Betriebstemperatur zwischen dem Kupplungsring (8) und dem Dichtungsträger (10) ein enger Ringspalt vorhanden ist.
- 25
- 30

8. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringbund (10.1) des Dichtungsträgers (10) sich zu seinem der Statordichtung (5) zugewandten Ende hin konisch verjüngt.
9. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Durchmesser des im Dichtkopfgehäuse (1) gelagerten Teils des Dichtungsträgers (10) dem Durchmesser der den Rotor (3) aufnehmenden Rotorbohrung entspricht und die Bohrungsdurchmesser der Rotordichtung (6) und der Statordichtung (5) gleich groß sind.
10. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem ersten und nach dem letzten der Lager (4) ein Dichtspalt (12) mit einem Ringkanal angeordnet ist, in den ein Sperrmedium, z.B. Druckluft eingeleitet wird und der zumindest teilweise Verbindung zum Leckageanschluß hat.
11. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotordichtung mittels Bund axial gesichert und mittels Federelement gegen diese Sicherung positioniert ist.

Christian Maier GmbH & Co.
Maschinenfabrik
Würzburger Straße 67-69
89520 Heidenheim

5

89073 Ulm, 28.11.2002
Akte P/12066 d/dt

10

Bezeichnung der Erfindung:

Vorrichtung zum Zuführen eines gasförmigen oder flüssigen
15 Mediums zu einem rotierenden Drucksystem

Zusammenfassung

20

Die Vorrichtung dient zum Zuführen eines gasförmigen oder
flüssigen Mediums zu einem rotierenden Drucksystem und
besteht aus einem stillstehenden Dichtkopfgehäuse (1) mit
einer Anschlußöffnung (2) für das Medium, an die eine im
25 Innern des Dichtkopfgehäuses (1) verlaufende
Verbindungsleitung (2.1) anschließt. Weiter umfaßt sie
einen ebenfalls im Inneren des Dichtkopfgehäuses (1)
angeordneten, mit dem Drucksystem in Verbindung stehenden
rohrförmigen Rotor (3), der durch wenigstens ein
30 Lager (4), vorzugsweise Wälzlager am stillstehenden
Dichtkopfgehäuse (1) gelagert ist. Ferner sind am Ende der
Verbindungsleitung (2.1) eine Statordichtung (5) und am
Ende des Rotors (3) eine Rotordichtung (6) vorgesehen,

wobei die Statordichtung (5) und die Rotordichtung (6) koaxial zum Rotor (3) angeordnet sind und sich mit ihren Stirnflächen einander anliegen. Im Bereich der Stator- und Rotordichtung (5, 6) ist ein thermisch verstellbares
5 Dehnelement (7) angeordnet, das unmittelbar eine temperaturabhängige Verstellung der axial gegenseitigen Lage von Stator- und Rotordichtung (5, 6) vornimmt.

(Fig. 1)

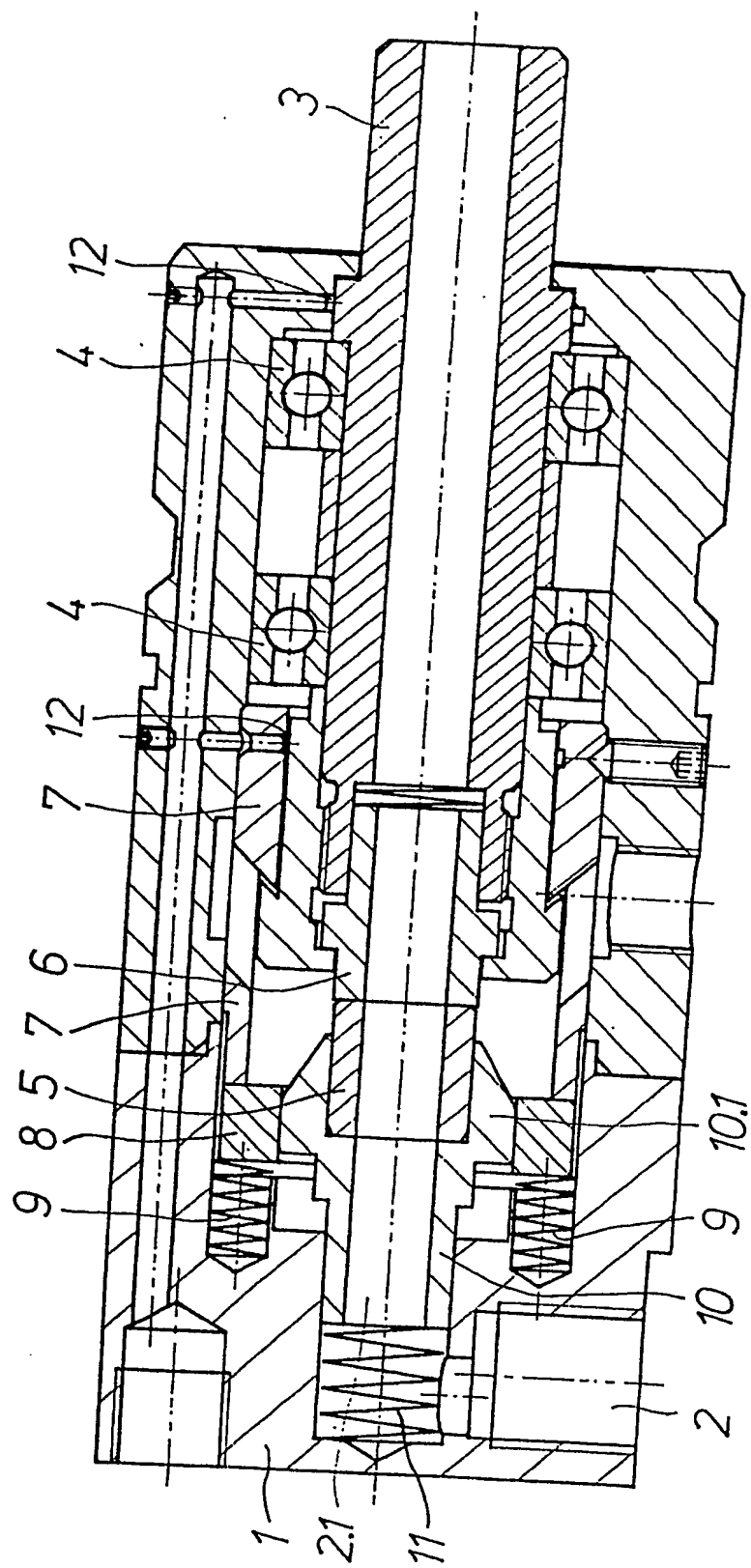


Fig. 1

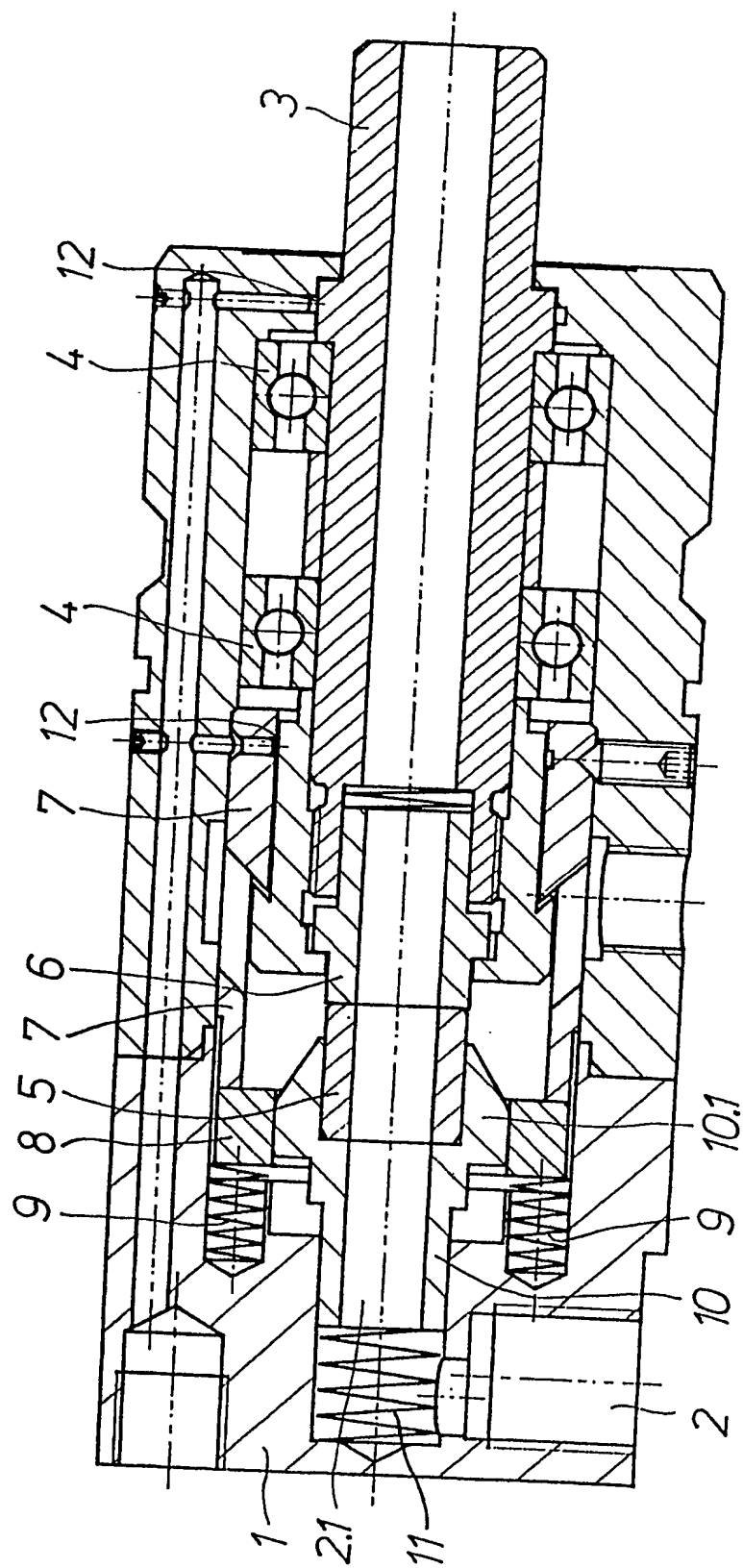


Fig. 1

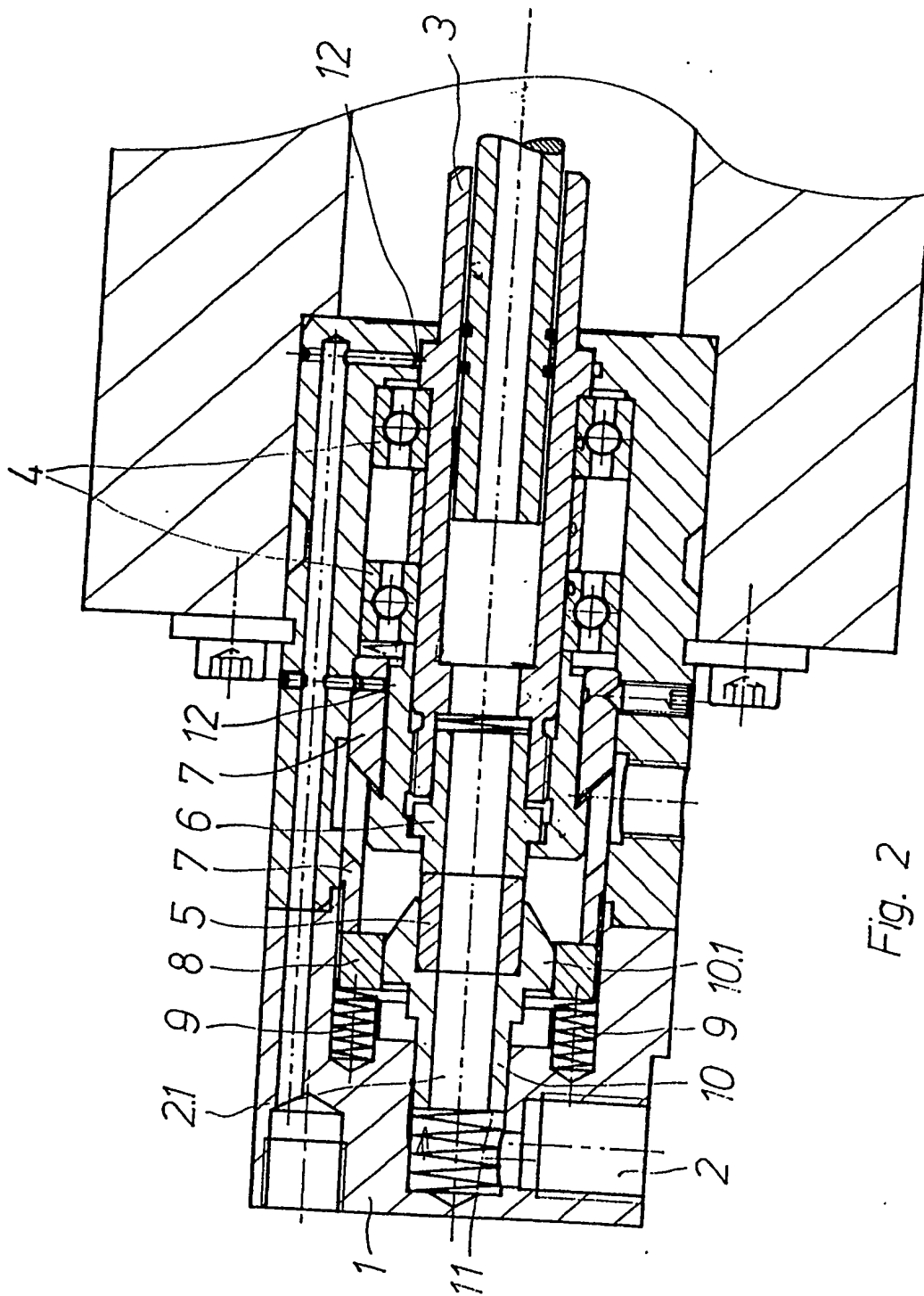


Fig. 2